

Trabajo Fin de Grado

Posibilidades de mando, control y comunicaciones en el
VCI “Pizarro”

Autor

CAC D. Raúl Uña Jurado

Director/es

Director académico: Dr. Ricardo Julio Rodríguez Fernández

Director militar: Capitán de Infantería D. Juan Antonio Rodrigo Fernández

Resumen

Posibilidades de mando, control y comunicaciones en el VCI Pizarro

En los últimos años el Batallón "Badajoz" I/62 ha sufrido una profunda transformación orgánica, dejando de ser una unidad de montaña para pasar a ser una unidad mecanizada sobre la base de los Vehículos de Combate de Infantería (VCI) Pizarro. Este tipo de unidades requiere unos medios de Mando y Control (C2) mucho más complejos que los usados por una unidad de montaña debido a la naturaleza de su maniobra y a su modo de empleo. Actualmente, y con motivo del próximo despliegue de una de las Compañías en Letonia, 2a Compañía, en el Batallón se está empezando a trabajar con el sistema *Battlefield Management System* (BMS).

El sistema BMS consiste en un programa informático con múltiples funcionalidades y capacidades vitales (que serán mencionadas y analizadas a lo largo de esta memoria) para garantizar la rápida toma de decisiones y la transmisión de un modo más claro de órdenes e instrucciones. Actualmente se trata de un tipo de aplicaciones a la que los Ejércitos modernos quieren tener acceso ya que pueden marcar la diferencia en el combate.

Este proyecto consiste en la realización de un análisis profundo del sistema de Mando y Control conocido como *Battlefield Management System* Ejército de Tierra (BMS ET). Así, en esta memoria se detallarán no solo sus capacidades, sino también sus deficiencias y problemas que presenta en su implementación en los Vehículos de Combate de Infantería Pizarro. Estas deficiencias y problemas se pueden resumir en que el vehículo no fue diseñado para el uso del BMS, las radios actuales en servicio presentan carencias que transmiten al BMS y el sistema aún debe evolucionar para poder integrarse al completo con otros sistemas C2 tanto nacionales como internacionales y así mismo evolucionar de sistema operativo (actualmente trabaja con Windows XP). Para poder realizar un estudio en profundidad se estudiarán otros sistemas militares desarrollados por empresas extranjeras.

En definitiva, esta memoria transmite la amplitud y complejidad de este sistema, así como mostrando lo vital que es seguir apostando por su desarrollo dado que aporta unas capacidades que contribuyen a eliminar la incertidumbre y agilizan la toma de decisiones de los mandos. Prueba de esta apuesta constante por el BMS es su futura implantación en las unidades a pie y en los nuevos vehículos que se adquieran para el Ejército de Tierra.

Abstract

Alternatives for command, control, and communications in the VCI Pizarro

In recent years "Badajoz" I / 62 Battalion has undergone a profound organic transformation, ceasing to be a mountain unit to become a mechanized unit based on Pizarro Infantry Combat Vehicles (VCI). This type of units requires a much more complex Command and Control (C2) means than those used by a mountain unit due to the nature of its maneuver and its mode of use. Currently, and on the occasion of the next deployment of one of the Companies in Latvia, 2nd Company, the Battalion is beginning to work with the Battlefield Management System (BMS).

The BMS system consists of a computer program with multiple functionalities and vital capacities (which are found and analyzed throughout this report) for quick decision making and the transmission of a clearer order and instructions. Currently it is a type of applications that can make a difference in combat.

This project consists in carrying out an in-depth analysis of the command and control system known as the Battlefield Management System Army (BMS ET). Thus, in this report will be detailed not only their capabilities, but also their deficiencies and problems presented in their implementation in the Pizarro Infantry Combat Vehicles. These deficiencies and problems can be summarized in that the vehicle was not designed for the use of the BMS, the current radios in service present deficiencies that are transmitted to the BMS and the system must still evolve in order to be fully integrated with other C2 systems, both national and international, and also evolve operating system (currently works with Windows XP). In order to carry out an in-depth study, other military systems developed by foreign companies will be studied.

Ultimately, this report conveys the breadth and complexity of this system, as well as showing how vital it is to continue betting on its development, given that it provides capabilities that help eliminate uncertainty and speed up decision-making at the controls. Proof of this constant commitment to the BMS is its future implementation in the units on foot and in the new vehicles that are acquired for the Army.

Índice

Resumen	iii
Abstract.....	v
Índice	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas	xi
Lista de abreviaturas.....	xiii
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos y alcance del proyecto.....	1
1.2. Ámbito de aplicación	1
1.3. Estructura de la memoria	2
2. Metodología	3
3. Estudio previo	5
3.1. Origen del BMS ET	5
3.2. Otros ejércitos y el BMS	5
3.3. Las empresas y el BMS	7
4. Desarrollo del proyecto	11
4.1. Introducción.....	11
4.1.1. VCI Pizarro	11
4.1.2. Sistema ROVIS.....	12
4.1.3. Radio PR4G	13
4.2. El BMS	14
4.2.1. Perfiles de acceso	15
4.2.2. Posibilidades de las comunicaciones	16
4.2.3. Funcionalidades.....	16
4.3. El BMS en el VCI.....	18
4.4. Limitaciones del BMS ET	18
4.5. Otros BMS.....	19
4.5.1. BMS JASMINE	19
4.5.2. 9Land BMS.....	20
4.5.3. ComBat.....	21
4.5.4. Bull BMS.....	22
4.6. Análisis DAFO	23
4.6.1. Explicación de los resultados	23
5. Conclusiones.....	27
6. Bibliografía	29

Lista de Figuras

Figura 2.1 Origen de las fuentes de información	3
Figura 3.1 Bull BMS siendo usado en un supuesto Puesto de Mando	7
Figura 3.2 Sistema BlueDome en funcionamiento.....	9
Figura 4.1 VCI Pizarro Fase 1	11
Figura 4.2 VCI Fase 2.....	12
Figura 4.3 Sistema ROVIS en un CC	13
Figura 4.4 Familia PR4G	13
Figura 4.5 BMS ET en el terminal de un CC.....	15
Figura 4.6 VETRONICA del BMS JASMINE.....	20
Figura 4.7 Comparación de capacidades de los tres niveles del sistema.....	21
Figura 4.8 Puesto de mando con el ComBat	22
Figura 4.9 Bull BMS funcionando en un dispositivo ligero	22

Lista de Tablas

Tabla 4.1 Análisis DAFO del BMS ET	23
--	----

Lista de abreviaturas

ACINF	Academia de Infantería
ADF	<i>Australian Defence Force</i> (Fuerzas Armadas Australianas)
AGM	Academia General Militar
BFT	<i>Blue Forces Tracking</i> (Seguimiento de Fuerzas Propias)
BIMZ	Batallón de Infantería Mecanizada
BMS	<i>Battlefield Management System</i> (Sistema de Gestión del Campo de batalla)
C2	<i>Command and Control</i> (Mando y Control)
C2I	<i>Command, Control and Intelligence</i> (Mando, Control e Inteligencia)
C3	<i>Command, Control and Communication</i> (Mando, Control y Comunicaciones)
C4	<i>Command, Control, Communication and Computers</i> (Mando, Control, Comunicaciones y Ordenadores)
CC	Carro de Combate
CNR	<i>Combat Network Radio</i> (Red Radio de Combate)
COE	<i>Common Operating Environment</i> (Entorno Común de Operación)
CUD	Centro Universitario de la Defensa
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas Y Oportunidades
ECP	Elemento de Combate a Pie
eFP	<i>Enhanced Forward Presence</i> (Presencia Avanzada Mejorada)
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamiento Global)
GT	Grupo Táctico
HF	<i>High Frequency</i> (Alta Frecuencia)
HNA	<i>Hardened and Networked Army</i> (Ejército endurecido y en red)
IDT	Interfaz de Datos Táctica
IED	<i>Improvised Explosive Device</i> (Dispositivo Explosivo Improvisado)
IPMUX	<i>Internet Protocol Multiplex</i> (Multiplexión de Protocolo de Internet)
IPPAS	Servicio de Acceso Sobre Paquetes IP
LINCE	<i>Leopard Information and Control Equipment</i> (Equipo de Control e Información del Leopardo)
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> (OTAN)

NFFI	<i>NATO Friendly Force Information</i> (Información de Fuerzas Amigas de la OTAN)
OODA	Observar, Orientar, Decidir, Actuar
OTAN	Organización de Tratado del Atlántico Norte
PR4G	Puesto Radio 4 Generación
SCORPION	<i>Synergie du COntact Renforcé par la Polyvalence et l'InfovalorisatiON</i> (Sinergia de contacto reforzado por la versatilidad e infovalorización)
SICS	<i>Système d'Information du Combat SCORPION</i> (Sistema de Información de Combate SCORPION)
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
SLB BMS	<i>StridsLedning Batalion BMS</i> (BMS de control de armas del batallón)
T-BMS	<i>Tactical BMS</i> (BMS Táctico)
TD	Testigo Difusivo
TDMA	Acceso Múltiple por División en el Tiempo
TFG	Trabajo de Fin de Grado
TOA	Transporte Oruga Acorazado
VCI	Vehículo de Combate de Infantería
VCI/C	Vehículo de Combate de Infantería/Caballería
VCPC	Vehículo de Combate de Puesto de Mando
VCZ	Vehículo de Combate de Zapadores
VHF	<i>Very High Frequency</i> (Muy Alta Frecuencia)

1. Introducción

1.1. Objetivos y alcance del proyecto

Este proyecto, en su mayoría de carácter teórico, se lleva a cabo dentro del período destinado a las prácticas externas que realizan los Alféreces de 5º curso de la Academia General Militar (AGM) en el conjunto de unidades de la Fuerza del Ejército de Tierra (ET). En este caso han sido realizadas dentro del Regimiento de Infantería "Arapiles" 62, más concretamente en el Batallón de Infantería Mecanizada (BIMZ) "Badajoz" I/62. Estas prácticas son recogidas dentro del Grado en Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la AGM y están destinadas entre otras cosas a realizar el Trabajo de Fin de Grado (TFG).

La presente memoria expone los resultados fruto de la investigación realizada sobre el sistema de Mando y Control (C2 por sus siglas en inglés, *Command and Control*) que emplea el ET y de otros sistemas C2 que actualmente se usan alrededor del mundo por otros ejércitos.

Mediante este trabajo se pretende dar a conocer de una forma más amplia este sistema usado actualmente en el ET para controlar y dar instrucciones en el campo de batalla. Se trata de la aplicación informática conocida como *Battlefield Management System* del Ejército de Tierra (BMS ET), que no deja de ser una evolución del ya desfasado *Battlefield Management System Leopard Information and Control Equipment* (BMS LINCE). A lo largo de esta memoria se mostrarán las ventajas del uso del software BMS, así como las posibilidades y problemas que puede presentar. Del mismo modo se incidirá en la importancia que ha adquirido el uso de este tipo de sistemas de Mando y Control en los escenarios actuales donde se pueden ver inmersas las operaciones militares.

El objetivo principal de este estudio consiste en comprender el funcionamiento del citado sistema para detectar las deficiencias que presenta y seguidamente proponer unas actualizaciones que las corrijan. Para lograrlo se describirán sistemas parecidos usados por otros ejércitos y se compararán con el usado por el ET. Finalmente se presentarán posibles ámbitos de mejora que amplíen sus capacidades funcionales, interoperabilidad y su operatividad.

1.2. Ámbito de aplicación

Este trabajo adquiere su importancia debido a que hace poco tiempo (no llega a dos años, en enero de 2017) el BIMZ "Badajoz" I/62 inició su transformación de unidad de Cazadores de Montaña a unidad mecanizada, recepcionando de este modo vehículos de cadenas: Vehículo de Combate de Infantería (VCI) Pizarro Fase 1 y Transporte Oruga Acorazado (TOA). Anteriormente a esa fecha el Batallón aún estaba encuadrado en la Jefatura de Tropas de Montaña. Como es de suponer, la unidad ha tenido que evolucionar y realizar un notable esfuerzo para adaptar, no solo sus instalaciones, sino también a su personal, pues ahora requieren otro tipo de adiestramiento y formación que dista notablemente de la que se pudiese tener.

Para hacer frente a la complejidad que suponen los despliegues más amplios que exige el uso de vehículos de combate y al mismo tiempo la gran maniobrabilidad y velocidad, de la que disponen al tratarse de medios de cadenas, se hace necesario disponer de medios que deben ir más allá de una simple radio, con la cual, si bien se puede comunicar para recibir y dar órdenes, así como transmitir datos, le falta capacidades tan básicas para el jefe como pueden ser el mostrar las unidades sobre el terreno o plasmar la información visualmente en algún lugar donde pueda ser leída fácilmente, ayudando a ejercer el control de la unidad y al mismo tiempo facilitando al mando el ejercicio del mismo.

A día de hoy, la segunda Compañía del Batallón se encuentra en fase de preparación para su próximo despliegue en misión, más concretamente a Letonia. Por este motivo esta unidad ha empezado a trabajar con el sistema BMS, y en un corto lapso de tiempo será implementado al resto de Compañías del Batallón. Así pues, la experiencia actual de este BIMZ con el sistema es muy limitada, y requiere que se adapten rápidamente a él ya que está siendo usado en el terreno por el contingente español.

El uso de este medio de Mando y Control en la misión de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte, NATO por sus siglas en inglés) *Enhanced Forward Presence* (eFP) Letonia supone un hito muy importante dado que es la primera vez que se usa en una operación militar real, fuera de la instrucción ordinaria de las Unidades. Este despliegue puede suponer un punto de inflexión para el BMS pues servirá para obtener gran cantidad de lecciones aprendidas para implementar futuras mejoras que potencien tanto su funcionamiento como sus prestaciones y corrijan aquellas debilidades observadas en el sistema. [1][2]

1.3. Estructura de la memoria

Este trabajo presenta una sencilla estructura muy marcada que se divide en cinco bloques bien diferenciados. El primero, en el cual se encuentra el lector, sirve para presentar el trabajo, sus objetivos y los motivos que han llevado a su realización, así como el interés que puede generar el mismo.

En el Capítulo 2 se hablará de la metodología empleada a lo largo del trabajo, se tratará su proceso de desarrollo y se analizará la planificación que se ha llevado a cabo para lograr los objetivos.

En un tercer bloque se busca introducir los sistemas BMS y mostrar al lector el origen de estos medios en el ET, su repercusión tanto nacional como internacionalmente y finalmente su importancia en los mercados.

El cuarto bloque consiste en el desarrollo del grueso de la memoria, en este apartado se mostrarán las características del sistema BMS ET así como su análisis, se comparará la integración del mismo en los VCI con la disposición presente en los Carros de Combate (CC) Leopard 2E y se hará mención de algunos de los inconvenientes que presenta tanto a nivel administrador como a nivel usuario, así mismo también se esgrimirán sus puntos a favor. Del mismo modo, se hará referencia a los medios C2 ya presentes en los Pizarro y se describirá al lector el vehículo que es objeto de este trabajo.

Finalmente, el último bloque corresponde al apartado de conclusiones. En el mismo se procederá a remarcar los puntos más importantes que han sido tratados a lo largo de toda la memoria haciendo referencia a otros sistemas parecido al usado por el ET. También se presentarán unas posibles propuestas de adición de funcionalidades presentes en sistemas BMS desarrollados por otras empresas así como otras opciones de mejora, basándose en las apreciaciones de los expertos de la Unidad donde se han realizado las prácticas externas.

2. Metodología

Para realizar esta memoria se ha realizado un trabajo de investigación que ha consistido principalmente en el uso de las tecnologías digitales para obtener el estado del arte respecto a este tema y conseguir información sobre los sistemas mencionados a lo largo de la misma. Por otro lado, para poder explicar el BMS ET y su integración en los VCI se ha recurrido a los manuales proporcionados por expertos en la materia, así como a su experiencia con el sistema y a sus lecciones aprendidas; también en la Academia de Infantería (ACINF) se han recibido sesiones del BMS LINCE pues forma parte de una de las asignaturas del plan de estudios. En la Figura 2.1 se observa el proceso de obtención de información de forma esquemática.

Las fuentes expertas han sido el Brigada Trujillo y el Sargento Peraza. El Brigada Trujillo es especialista en electrónica y ha estado involucrado en el desarrollo del BMS casi desde sus inicios, formando parte de los equipos de trabajo que supervisan el trabajo de Indra e impartiendo curso sobre el uso del sistema al resto del ET. El Sargento Peraza es el suboficial de infantería encargado de transmisiones en el BIMZ I/62 y ha sido el encargado de desarrollar la configuración del sistema para el despliegue a Letonia. De este modo la información obtenida se considera de una calidad excepcional.

El desarrollo de los sistemas similares al BMS ET ha sido posible a los pocos pliegos informativos que algunas empresas tienen disponibles para todos los públicos y a diversos artículos de prensa especializada en materia de defensa.

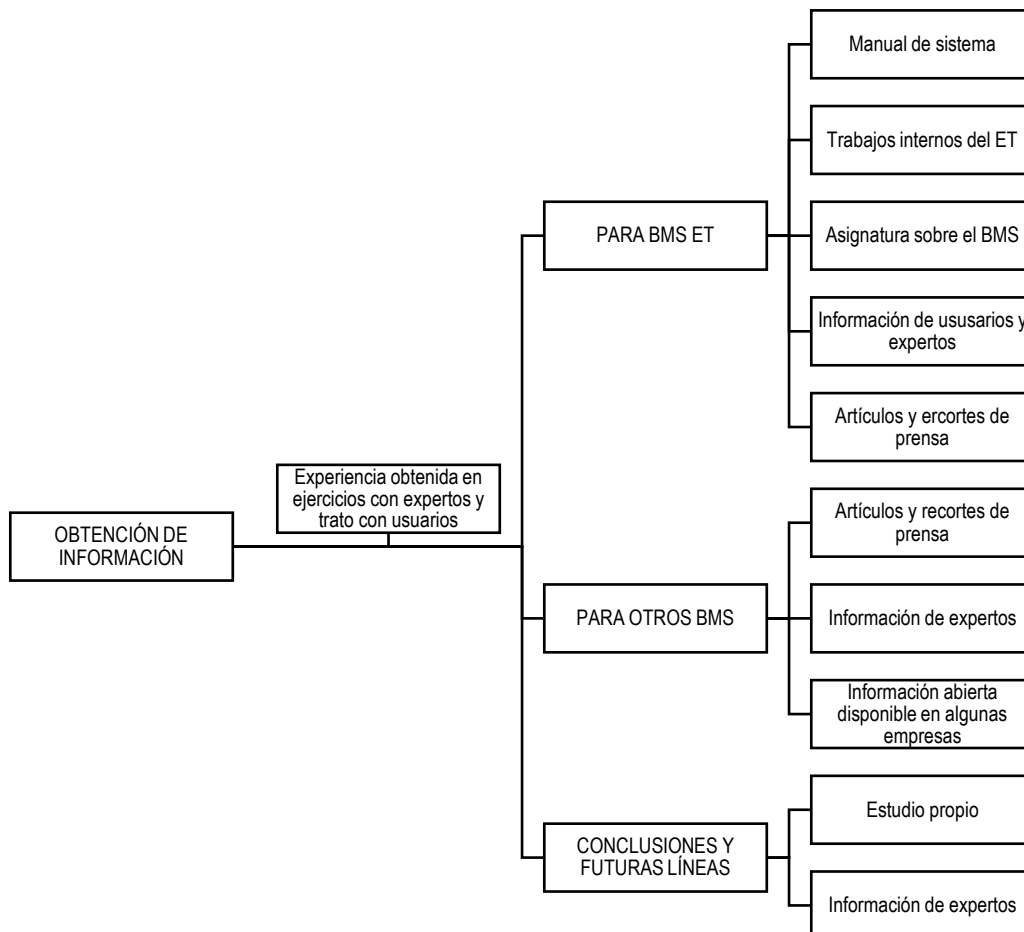


Figura 2.1 Origen de las fuentes de información
FUENTE: Elaboración propia

3. Estudio previo

Los sistemas de gestión del campo de batalla no son ni mucho menos un elemento exclusivo de las Fuerzas Armadas (FAS) españolas, ni tampoco es tan reciente su uso. En nuestras FAS, más concretamente en el ET, lleva implantado desde 1999 un sistema llamado SIMACET (Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra), fue pensado y diseñado para los puestos de mando de hasta nivel Batallón y con capacidades de planeamiento y de control de operaciones. Internacionalmente, este tipo de sistemas adquieren un peso cada vez más importante, pues tanto las empresas como los ejércitos de todos los países entienden que la tecnología militar debe ser adaptada a la era digital. Esto queda reflejado en las inversiones que están realizando un gran número de países para la implementación de estos sistemas y del mismo modo en las mayores empresas dedicadas a las telecomunicaciones. [3]

3.1. Origen del BMS ET

Ante la necesidad de suplir los requerimientos en combate y de flexibilidad de Mando y Control de los Grupos Tácticos (GT)¹, cada vez más exigentes, se inició el desarrollo por parte de la empresa española Indra y la francesa Thales del BMS LINCE.

El objetivo de este sistema no era otro que el de facilitar y acortar el ciclo de toma de decisiones, permitiendo adelantarse al planeamiento enemigo y tomarle así ventaja. Según la empresa Thales se empezó a desarrollar en 2002 pero bajo el nombre únicamente de LINCE. Este sistema fue el predecesor del BMS, que entró en servicio en 2005. Gracias al continuo desarrollo del sistema LINCE, presente únicamente en los CC Leopard 2E, en 2010 se inició la creación de un sistema mucho más complejo que le permitiese integrarse en las redes de Mando y Control tanto nacionales como internacionales. Su implementación fue progresiva y no se desplegó al completo hasta el período de 2016, donde ya se planteó la posibilidad de extenderlo al resto de vehículos del ET. Según el artículo "BMS Lince, el cerebro tecnológico oculto de los Leopard 2E desplegado en Letonia" publicado en el periódico digital Libertad Digital el 17 de septiembre de 2017, este programa tuvo un coste de 8,5 millones de euros e incluía el desarrollo del software así como la suministración del hardware. [4]

Esta implementación vendría dotada de una actualización del software y cambiaría su denominación a BMS ET, En el fondo es el mismo sistema desde el punto de vista de funcionamiento pero con unas variaciones que le añaden nuevas características. Destaca entre estas nuevas características principalmente el ser adaptado para que sea capaz de operar en cualquier vehículo y unidad móvil, entre otras funcionalidades que serán mencionadas en el Capítulo 4. El desarrollo de este programa solo incluye el desarrollo del software y conlleva un coste al Estado de 6,6 millones. Por otro lado, el proyecto tiene previsto estar completado a finales de 2020. [4][5]

3.2. Otros ejércitos y el BMS

Las fuerza armadas de cualquier nación deben ser capaces de enfrentar todo tipo de amenazas, ya sean provenientes de otros ejércitos o de fuerzas irregulares. Para ello deben contar tanto con una superioridad o paridad de medios como de un ciclo de toma de decisión más rápido que el del rival. Napoleón dijo en su día que el campo de batalla es una escena de caos constante y el ganador será aquel que controle tanto el caos propio como el del enemigo.

Esta toma de decisiones consiste fundamentalmente en analizar la situación en la que uno se encuentra, ver las posibilidades que tiene considerando la misión que viene impuesta, intentar ponerse en la piel del enemigo para así enfrentar las posibles líneas de acción, y finalmente tomar una decisión. Al fin y al cabo, se basa en el *ciclo acción, reacción, contra reacción*. Así pues, quien lleve la iniciativa en el ciclo llevará ventaja en el combate, pues se podrá llevar a cabo una aproximada predicción de los movimientos rivales

¹Un GT es una unidad diseñada para operaciones en base a un Batallón pero que cuenta con agregaciones de otras unidades y segregaciones los elementos no necesarios.

y se obligará al mismo a entrar en nuestro ciclo limitándose a responder a nuestros actos y no dejándole tiempo para reaccionar.

Los sistemas BMS permiten de forma general tomar esa ventaja. Por ello, estos han adquirido una relevancia importante en un entorno tan cambiante como el que tienen lugar las operaciones militares. Por eso precisamente, muchos países han desarrollado, están desarrollando (o lo harán) este tipo de sistemas C2. Además, la mayoría de estos sistemas tienen más capacidades aparte del Mando y Control, llegando a incluir las Comunicaciones (C3) e incluso la capacidad para registrar la información de manera informatizada, llamándose en ese caso C4 (*Command, Control, Communication, Computers*). Cada fabricante lo designa de una manera, aunque por norma general todos presentan capacidades semejantes. En el caso del sistema usado por las FAS españolas es definido como un sistema C2I, ya que además del Mando y Control incluye también la Inteligencia. [6]

Para que sirva como una muestra del interés que generan estos sistemas en la defensa, a continuación se citará algunos ejemplos de BMS de otras FAS pero sin llegar a entrar en detalle, así como algunos artículos de interés para este estudio.

- Según un artículo publicado el 1 de octubre de 2016 en el portal online *Defence24*, el ejército norteamericano empezó el desarrollo de un sistema BMS capaz de integrar el control aéreo y facilitar así la misión de los controladores aéreos avanzados/tácticos, es decir, el personal capacitado para dirigir un apoyo aéreo. El sistema se espera que esté completamente operativo en enero de 2021. Mientras se desarrolla, el ejército ha decidido recurrir a un sistema de comunicación interna de origen polaco llamado *Fonet*. [7]
- El artículo del portal online *Defence24* del 3 de noviembre de 2017 y con título “*Bridge Solution Possible in the Rosomak BMS programme*” muestra como el Ministerio de Defensa polaco está teniendo contra tiempos en el desarrollo de este sistema que fue licitado en junio de 2015 y que tras algunos problemas aún se encuentra en fase de desarrollo. El texto refleja la necesidad e interés de Defensa para poder usar el sistema en el menor tiempo posible y que se encuentre operativo cuanto antes. [8]
- El 14 de noviembre de 2002, el portal especializado *Military&Aerospace* publicó un artículo titulado “*C4 Systems to Provide Integrated C&C for the UK Army's Digitization Program*” donde se explica que la empresa armamentística General Dynamics estaba desarrollando una serie de sistemas C4 que suponen la modernización digital del ejército británico. [9][10]
- El portal de noticias indio *Newslick* publicó el artículo “*Battlefield Management System Development Program to Shut Down*” (20 de julio de 2018). Este texto indica cómo se tuvo que cancelar por parte del Ministerio de Defensa indio el proyecto del BMS debido a los sobrecostes que presentó, pero del mismo modo unos de los responsables del proyecto remarca su necesidad, ya que todos los ejércitos buscan estar conectados con este tipo de sistemas C2 y el indio no puede ser distinto. [11]
- El ejército de Canadá durante los primeros ejercicios desarrollados en Letonia durante la operación eFP tuvo la oportunidad de ver en funcionamiento el sistema BMS ET, usado por los vehículos españoles, y fue tal su agrado que presionaron a su cadena de mando para poder disponer de un sistema semejante lo antes posible. De este modo, en la tercera rotación ya tenían un primer sistema. El primer contingente llegó en el segundo semestre de 2017 y sus rotaciones son cada seis meses. Respecto al BMS, Canadá ya en 2009 concedió un contrato a la empresa Thales para empezar el desarrollo del mismo basándose en el sistema que la propia empresa desarrolló para los franceses. [12][13]

- En la exposición Internacional de Seguridad y Defensa EUROSATORY de París (junio de 2016) se presentó el nuevo SICS (*Système d'Information du Combat SCORPION*) BMS, tomando como base el Bull BMS desarrollado por la rama comercial Bull perteneciente a Atos. Este sistema se desarrolla dentro del programa de modernización del ejército francés nombrado como SCORPION (*Synergie du COntact Renforcé par la Polyvalence et l'InfovalorisatiON*). Este nuevo sistema deberá subsistir a diversos sistemas C2 existentes y actualmente en uso en sus FAS, entre ellos al SIT V1, un BMS desarrollado en 2007 y probado en combate en la Costa de Marfil primero y luego en Afganistán. En la Figura 3.1 se puede ver una recreación de un Puesto de Mando usando el Bull BMS y se aprecian las pantallas de información del mismo. [14][15][16]



Figura 3.1 Bull BMS siendo usado en un supuesto Puesto de Mando
FUENTE: <https://asianmilitaryreview.com/2017/08/avoiding-mistaken-identity-bms/>

- El portal online especializado en defensa *Australian Defence Magazine* publicó un artículo escrito por Canberra Tom Muir y titulado “BMS to exploit HNA connectivity” (10 de enero de 2018) en el cual se explica el desarrollo del BMS dentro de su plan de evolución HNA (*Hardened and Networked Army*) de las FAS australianas, conocidas como ADF (*Australian Defence Force*). En el mismo artículo se menciona que este interés por el desarrollo de un sistema C2 para nivel táctico no es únicamente australiano, ya que tanto Estados Unidos como Europa también están buscando este tipo de herramientas que permitan una rápida identificación del enemigo, evitando las bajas por fuego propio y un mayor control de la situación. [17]

Se podría ejemplificar más aún la necesidad de estos sistemas y el interés que generan. No es difícil de ver que casi todos (por no decir todos) los países que componen la OTAN tendrán unos planes de desarrollo tecnológico y de modernización de las FAS semejantes. Como se ha comentado, los ejércitos buscan la superioridad, y esto implica estar por delante de los elementos considerados hostiles pero no quedarse atrás de las fuerzas aliadas. Ya no solo se trata de buscar la ventaja, sino de evitar la inferioridad. Esto se traduce en que si un país desarrolla o pone interés en el BMS su entorno también lo tendrá, buscando así la paridad militar. El ejemplo se halla en lo comentado con los canadienses. [18]

3.3. Las empresas y el BMS

Dada la gran demanda existente de los BMS por parte de una gran cantidad de ejércitos, que buscan sistemas ya maduros que les permitan potenciar sus capacidades, se ha generado un mercado internacional muy atractivo para las empresas que cuenten con una rama dedicada a la tecnología militar. [19][20]

Según el análisis de mercado “*Global Battlefield Management Systems Market Size, Status and Forecast 2025*” publicado el 4 de julio de 2018 por QYResearch Group el mercado de estos sistemas en el año 2017 era de 14000 millones de dólares americanos y se espera que a finales de 2025 alcance los 20700 millones. De 2014 a 2017 el mercado ha sufrido un crecimiento anual medio de un 5.74%, lo que indica que pese a ver sufrido algunos contratiempos por la crisis económica, el crecimiento es optimista. [21]

Estos sistemas requieren una notable inversión económica, pues necesitan de un software complejo que debe tener muy diversas funciones y un nivel de interoperabilidad con otros sistemas muy alto. Además requieren de un hardware adaptado a las necesidades militares, entre ellas que sea ruggedizado. La crisis económica mundial de 2007, conocida como Gran Recesión², afectó a los programas de modernización que se estaban llevando a cabo en los ejércitos, lo que supuso que algunos sufriesen recortes que afectarían a la implementación del BMS. Un ejemplo son los recortes que sufrió el Programa de Modernización Tecnológica 2016-2022 polaco antes de ser publicado.

Pese a todo, dada la importancia de estos sistemas las empresas han sido capaces de dotar al mercado con una gran variedad de ellos. Cada sistema tiene sus especificaciones y sus particularidades, pero, a rasgos generales todos comparten la misma base y unas funcionalidades semejantes. Todos los sistemas han sido diseñados principalmente para proporcionar información de la situación, sabiendo donde se encuentran las fuerzas propias y dando la posibilidad de indicar fuerzas enemigas. Así pues se basan en tecnología BFT (*Blue³ Forces Tracking*) para realizar seguimiento y posicionamiento de fuerzas propias, dotando a los ejércitos de un medio para reducir las bajas por fuego amigo (*Blue on Blue*). Estos sistemas BFT son los precursores de los BMS, siendo este último el más complejo y con mayores capacidades y prestaciones ya que es un gestor que proporciona información en tiempo real y no un simple software de posicionamiento.

Como se ha comentado, en la actualidad, existe un gran abanico de empresas que se dedican a desarrollar estos sistemas dada la gran capacidad de mejora que tienen y la continua actualización que requieren. Entre ellas se va a mencionar algunas que cuentan con BMS desarrollados.

- WIN BMS desarrollado por la empresa australiana Elbit Systems. [23]
- La empresa polaca TELDAT cuenta con un BMS llamado C3IS JASMINE. [24]
- Hay algunas empresas como Leonardo DRS que además de disponer de BMS dispone de sistemas básicos que estarían integrados en el BMS y que además comercializa en diferentes plataformas. Cuenta como clientes principales a los ejércitos norteamericano y del Reino Unido. [25]
- La francesa Thales, además de participar en el desarrollo del BMS LINCE y BMS ET cuenta con su propio sistema, el T-BMS (*Tactical BMS*). Del mismo modo, la empresa española Indra cuenta con su propia versión comercial, el SILVER System. [26][27]
- Existe también el NG BMS de origen turco, desarrollado por la empresa ASELSAN. [28]
- Como se ha comentado en el apartado anterior la empresa francesa Atos también ha hecho grandes desarrollos en su Bull BMS, cuya variante y adaptación está siendo implementada por las FAS de ese país. [29]

² [22]

³ Se usa el término azul para referirse a las fuerzas propias ya que en la simbología militar OTAN las unidades aliadas se representan con un color azul y las enemigas de color rojo.

- La empresa sueca Saab cuenta del mismo modo con un sistema llamado 9Land BMS y con una variante del mismo desarrollada para el ejército de su país, el SLB (*Strids Ledning Batalion*) BMS. [30]
- Para finalizar con los ejemplos, mencionar el nuevo sistema de Israel Aerospace Industries, el BlueDome BMS, capaz de transmitir el posicionamiento de los soldados a pie sin necesidad de que estos porten un radio, como necesitan los sistemas comentados en los casos anteriores. Este sistema es más bien un BFT que integra identificadores en los equipos para que las aeronaves o los vehículos puedan conocer la posición exacta de las tropas. La Figura 3.2 muestra cómo un helicóptero detecta a un combatiente mediante el dispositivo que lleva en su uniforme. [31]



Figura 3.2 Sistema BlueDome en funcionamiento

FUENTE: <http://www.iai.co.il/2013/36861-46500-en/MediaRoom.aspx>

La lista de empresas dedicadas a desarrollar estos sistemas y sus plataformas para poder ser usados son muy numerosos, es por eso que algunas de estas se quedan sin nombrar como Cobham Defence Communications, UTI Grup o Harris Corporation. [32][33][34]

4. Desarrollo del proyecto

Actualmente aún son muchos los VCI Pizarro que no cuentan con un sistema C2 capaz de coordinar y dirigir a todos los integrantes de un ejercicio táctico, pues hasta que no se le implemente el BMS ET solo contarán con su sistema de intercomunicación y su o sus radios vehiculares en función de si el vehículo es apto para doble configuración⁴ o no.

El sistema ROVIS es el intercomunicador digital que dota a los VCI, sirve para mantener en contacto a la tripulación⁵ del vehículo y al jefe del Elemento de Combate a Pie (ECP). Se describe en mayor detalle en el Apartado 124.1.2. Por otro lado, la radio instalada en estos vehículos se trata de alguna de las versiones de la familia PR4G de la empresa francesa Thales y será explicada en el Apartado 4.1.3.

4.1. Introducción

Para poder hablar del sistema de Mando y Control que se está implementando en estos momentos en forma de tableta táctil "rugerizada", primero se debe tratar someramente algunos temas mencionados anteriormente, como son el ROVIS, la PR4G o el propio VCI Pizarro.

4.1.1. VCI Pizarro

El VCI Pizarro se trata del resultado del programa "Pizarro", programa que se encuadra dentro de otro más ambicioso llamado "Coraza" y que tenía como objetivo la adquisición de una familia de vehículos de combate sobre cadenas que permitiese a las unidades de maniobrar operar junto a formaciones de carros de combate. La duración del programa se encuadra en el período comprendido entre 1996 y 2009 y contaba de dos fases, la primera finalizó en 2003 y de la segunda aún se sigue recibiendo vehículos.

El primer vehículo de este tipo de recepcionado por el ET en 1998. La 1ª Fase (véase Figura 4.1) finalizó en 2003 con la entrega de un total de 123 Vehículos de Combate de Infantería/Caballería (VCI/C) y 21 Vehículos de Combate de Puesto de Mando (VCPC). La 2ª Fase (véase Figura 4.2) se dará por finalizada con la entrega de 81 VCI/C y 36 Vehículos de Combate de Zapadores (VCZ). Hay que remarcar que el vehículo entregado en la Fase 1 y en la Fase 2 no son exactamente el mismo vehículo, puesto que en el Fase 2 se implementaron una serie de mejoras como son los faldones blindados, la estructura de la barcaza reforzada con unos pilares internos para mejorar su integridad, cambios en el puesto del jefe de vehículo, asientos diferentes para el ECP y una transmisión diferente producida en España, así como un motor más potente.



Figura 4.1 VCI Pizarro Fase 1

FUENTE: <https://desarrollloydefensa.blogspot.com/2008/11/vci-ascod-pizarro.html>

⁴ Los VCI de Jefe de Sección y de Compañía deben llevar dos radios para enlazar con la unidad superior así como con la subordinada.

⁵ Se compone de conductor, tirador y jefe de vehículo.

El vehículo de la Fase 1 se trata de un vehículo que entrega una potencia de 600 CV⁶, y ambas versiones cuentan con una velocidad máxima de 70 km/h y una autonomía de unos 500 km⁷ con sus 610 litros de gasóleo y sus 28,3 toneladas de peso⁸. Tiene la capacidad para transportar un total de siete soldados, aunque por comodidad solo se usan seis de esos puestos, así pues la tripulación es 3+6 ECP. El blindado es capaz de afrontar pendientes del 60% longitudinales y del 30% laterales, destaca por su gran movilidad y velocidad, pero tiene una baja profundidad de vadeo.

Como armamento principal está dotado de un cañón Mauser de 30 mm y una ametralladora coaxial de 7.62 mm como armamento secundario. Cuenta también con un lanzaingenios en los laterales de la torres con capacidad para granadas rompedoras y fumígenas de 76 mm. La munición que emplea el cañón de 30mm puede ser de ejercicio, multipropósito o perforante.



Figura 4.2 VCI Fase 2

FUENTE: http://www.ejercito.mde.es/noticias/2017/06/6074_nuevos_pizarro_sevilla.html

El blindaje estructural consta de planchas de acero mecanosoldadas que junto con la placas de blindaje reactivo le permite resistir impactos frontales de hasta 25 mm y en toda la estructura de 7.62 mm perforante, la protección inferior contra minas le permite resistir hasta 6 kg de explosivo. Interiormente el vehículo tiene placas de blindaje antiesquirlas para evitar que se produzcan proyecciones de metales al personal cuando es atravesado el blindaje.

El Pizarro VCPC es el único que cuenta con la integración del BMS, pero por contrapartida su sistema de armas no es operativo, siendo sustituida la torre de los VCI de línea por una versión hueca que contiene los sistemas C2I que requiere y contando solo con la ametralladora coaxial. [35]

4.1.2.Sistema ROVIS

Se trata de un sistema de origen británico pero que es distribuido al ET a través de la empresa de telecomunicaciones Amper. Está compuesto por pequeños terminales que permiten mantener enlazados hasta seis miembros del vehículo y gestionar seis radios.

Esta plataforma permite distinguir entre los niveles de acceso a las comunicaciones, de esta forma en el caso del VCI solo tiene acceso a las comunicaciones vía radio el jefe de vehículo, mientras el resto de tripulación solo dispone de comunicación interna y de escucha radio. Estas prioridades las gestionan los terminales que componen el ROVIS en función de su configuración, y es el propio casco del vehículo el que permite mediante diversas posiciones del comunicador hablar internamente o a través de la radio.

⁶ 721 CV el Fase 2

⁷ Siempre en condiciones óptimas y por carretera.

⁸ 30 para el Fase 2

Se trata de un sistema mucho más moderno que el empleado por otros vehículos del ET y es el mismo que se encuentra en el CC Leopard 2E (tiene una configuración parecida a la mostrada en la Figura 4.3), el vehículo terrestre más moderno del que dispone las FAS. Se caracteriza por tener un sonido claro y limpio, por la sencillez de su configuración, y además permite la individualización tanto de volumen, de la monitorización y de los permisos de acceso. Destaca por su sencillez de uso, lo cual lo hace intuitivo y que requiera un entrenamiento simple.

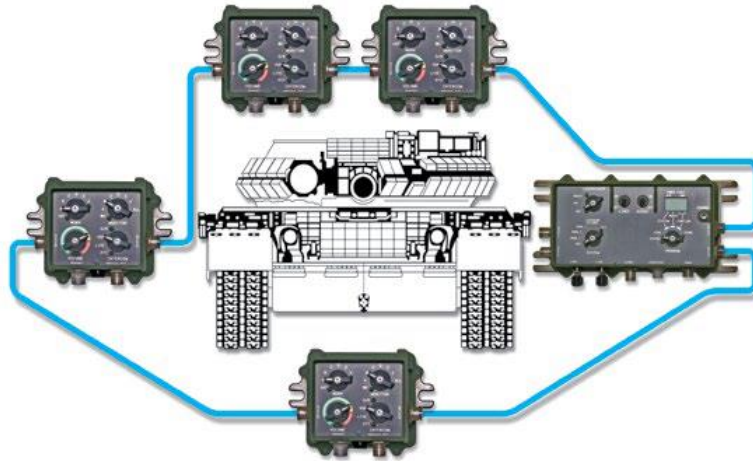


Figura 4.3 Sistema ROVIS en un CC
FUENTE: Pliego informativo de la empresa COBHAM

Así pues, en el VCI permite la gestión de la radio PR4G (Puesto Radio 4 Generación) V2/V3 y la comunicación constante entre jefe de vehículo, tirador, conductor y jefe de ECP. Así mismo permite la escucha de un teléfono que se encuentra fuera del Pizarro, al lado del portón de desembarque de personal y que sirve para mantener la comunicación entre el elemento desembarcado y el vehículo. [36]

4.1.3. Radio PR4G

Cuando se habla de las radios PR4G se hace referencia a una familia de productos como los mostrados en la Figura 4.4, desarrollados por la empresa francesa Thales y que incluye medios portátiles y vehiculares. Los dispositivos trabajan con potencias que van desde una cifra inferior a 2 W, como son los medios ligeros, a más de los 30 W disponibles en los medios pesados. Del mismo modo Thales ofrece una serie de accesorios como los microteléfonos o los amplificadores, que son capaces de convertir medios portátiles en vehiculares, aumentando así su potencia de emisión.



Figura 4.4 Familia PR4G
FUENTE: Teórica medios transmisiones ACINF

Estas radios se caracterizan por tener capacidad de trabajo tanto en modo digital como en modo analógico, y han sido diseñadas para ser empleadas en ambientes de guerra electrónica y química o bacteriológica gracias a su endurecimiento, revestimiento y pintura. Las ventajas que presenta el modo digital son entre otras la dificultad de localización, el evitar perturbaciones, y el cifrado en las comunicaciones. Presenta diferentes posibilidades de trabajo:

- Salto de Frecuencia: realiza 300 cambios de frecuencia por segundo.
- Búsqueda de Canal Libre: automáticamente elige frecuencias no perturbadas.
- Modo Mixto: combina las dos anteriores.
- Frecuencia Fija Digital: trabaja en una única frecuencia pero en voz digital.

Las PR4G cuentan con 7 canales de trabajo programables, siendo el 1 y el 2 para malla primaria, el 3 y 4 para malla secundaria y los canales 5, 6 y 0 de pasarela. El ancho de banda total comprende 2320 frecuencias que van desde los 30,000 MHz a los 87,975 MHz y el salto entre las mismas es de 25 KHz. La velocidad de transmisión de datos va desde los 50 bits por segundo a los 426666 en la V3.

Esta velocidad de datos que ofrece la PR4G V3 es el motivo principal por el cual es usada en el VCI para el sistema BMS además de permitir un modo de trabajo que combina voz y datos simultáneamente llamado IPMUX (*Internet Protocol Multiplex*). También se trata de un medio VHF (*Very High Frequency*) que lleva GPS integrado y tiene un alcance de 8 km al emitir en 0,4 y 4 W y de 30 km cuando se encuentra con un amplificador, es decir, en un vehículo y emite a 40 W.

4.2. El BMS

⁹Es un sistema cuyo propósito es dotar al ET de un Sistema de Información y Comunicaciones hasta nivel Batallón, es decir, orientado a Batallón, Compañía, Sección y Vehículo/Combatiente. Está orientado a facilitar la dirección, el planeamiento, el mando, el control, la ejecución y la conducción de operaciones militares, por lo tanto apoya en la planificación, supervisión y realización de operaciones, en el reconocimiento de la situación táctica y logística, y en la transmisión y recepción de órdenes y mensajes durante las operaciones.

Como se ha comentado en el apartado 3.1, el BMS nace con el apellido LINCE, pues estaba básicamente pensado para trabajar en el CC Leopardo (en la Figura 4.5 se observa el terminal integrado del CC con el BMS), pero tenía previsto su empleo fuera del citado sistema de armas. Ciertamente el sistema original añade unas funcionalidades que solo pueden ser explotadas a través de plataformas preparadas para ello, es decir, es necesario que los vehículos lo integren en su electrónica. Esto es conocido como VETRONICA y se encuentra a día de hoy solo presente en los ya mencionados CC.

⁹ [37][38][39][40][41][42][43][44][45]



Figura 4.5 BMS ET en el terminal de un CC

FUENTE: <https://www.estrelladigital.es/articulo/espanha/gran-hermano-llega-ejercito-tierra/20170914190225329873.html>

La actualización que está sustituyendo al BMS LINCE es el BMS ET, cuyo objetivo es solucionar el problema existente con las licencias y hacer llegar el sistema C2 a todos los vehículos del ET e incluso a nivel combatiente, así como hacerlo interoperable con helicópteros o medios de obtención de información no tripulados. Cabe remarcar que para poder trabajar conjuntamente con los vehículos que tuviesen la versión LINCE esta debe ser actualizada a ET dado que no son compatibles.

4.2.1. Perfiles de acceso

Existen diferentes perfiles de usuario y dependiendo de este se tiene acceso a unas u otras funcionalidades del sistema. El sistema distingue entre un total de cinco perfiles autorizados y en función de los mismos se le permite o deniega de forma segura el acceso a determinada información o contenido.

- **Administrador:** se encarga de gestionar los aspectos relacionados con la seguridad, la configuración y el mantenimiento del sistema a nivel de segundo escalón, esto último quiere decir que un usuario normal no puede realizar estas acciones y requieren de un especialista.
- **Usuario Avanzado:** tiene acceso a toda la funcionalidad de información y de planeamiento del sistema. Se le permite añadir información a cualquier objeto táctico. Podrá crear y modificar información táctica según lo que se haya configurado para su nodo¹⁰.
 - Sólo modificar la información generada por él mismo.
 - Modificar la información generada por cualquier nodo de su organización operativa.
 - Únicamente modificar la información propia generada y la de sus unidades subordinadas.
 - Modificar la información generada por otros sistemas C2.
- **Jefe de Plataforma:** es un Usuario Avanzado pero con limitaciones en el acceso a funcionalidades de la aplicación y de acceso al sistema operativo. Estas son las funcionalidades de planeamiento, juicio crítico, acceso únicamente a la carpeta de Biblioteca, solo ejecutar Office, Visor PDF y de imágenes y Compresor/Descompresor de archivos. En el caso de VETRONICA el usuario no podrá modificar manualmente ni los datos del Sistema de Navegación ni las horas motor y cuentakilómetros.
- **Usuario Básico:** exclusivamente visualizar información. Esto quiere decir que no podrá acceder a los botones que permitan crear o modificar información del sistema, al borrado de emergencia ni activar o desactivar los enlaces de comunicaciones.

¹⁰ Es el término usado para nombrar los equipos o plataformas que usan el BMS.

- Mantenimiento de plataforma: son usuarios que exclusivamente pueden acceder a las funcionalidades de VETRONICA, no podrán ejecutar la aplicación C2 y solo podrá acceder a la Biblioteca, así como a las aplicaciones Office, Visor PDF e imágenes y al Compresor/Descompresor. Este usuario puede modificar manualmente datos del Sistema de Navegación y de horas motor y cuentakilómetros.

4.2.2.Posibilidades de las comunicaciones

El sistema permite el trabajo con la mayoría de los medios de comunicaciones presentes en el ET. De esta forma se permite trabajar con los equipos desarrollados por Thales como son las PR4G V2 y V3 y la TRC3600, con el equipo de Harris RF5800 y mediante Ethernet.

Únicamente se va a desarrollar los modos de trabajo que permiten las PR4G pues son el medio empleado en el VCI. Las radios V2 y V3 comparten ciertos modos de funcionamiento, pero sin olvidar que la V3 ofrece mayor velocidad de transmisión de datos:

- CNR-VOZ: se trata de un modo de explotación directa de la Red Radio de Combate (CNR) y se dedica únicamente a servicios de voz y no permite transmitir ni recibir datos de ningún tipo, pero se obtiene una mejor claridad de voz.
- CNR-TD: CNR con Testigo Difusivo (TD), permite alternar el uso de funciones de voz con la transmisión de datos, pero son mutuamente excluyentes. Es decir, mientras se permanece en modo voz el sistema no puede transmitir su posición ni recibir las actualizaciones del resto de unidades. Tampoco permite acceder a las funcionalidades de alarmas, mensajería ni ningún otro tipo de información táctica.
- TDMA: El modo Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) permite transmitir pequeños mensajes de datos de longitud fija con velocidad y cadencia constantes, aun así solo permite transmitir la posición propia, la posición y hostilidad de amenazas y alarmas. Presenta el problema de no poder usar las funciones voz.

Con estos modos comentados se observa que para el correcto funcionamiento del sistema y al mismo tiempo tener capacidad de voz se requerirían dos radios. Es por eso que la V3 añade una serie de modos de trabajo que permiten o bien compatibilizar voz y datos o simplemente aumentar la capacidad de transmisión de datos:

- IPMUX: Multiplexión IP, permite la transmisión de voz y datos simultáneos sobre un mismo canal radio, pero el rendimiento de ambos servicios es sensiblemente inferior. La radio solo puede trabajar en Salto de Frecuencia.
- IPPAS: Servicio de Acceso sobre Paquetes IP, solo sirve para la transmisión de datos y es especialmente apto para enlaces ascendentes, pues un número reducido de sistemas BMS intercambian gran cantidad de información. Este modo permite también salvar grandes distancias.

4.2.3.Funcionalidades

El sistema ofrece una serie de servicios y unas posibilidades muy amplias en lo que a ayudas al mando se refiere y algunas funcionalidades exclusivas de la VETRONICA.

- Planeamiento: se apoya el proceso de planificación de una operación permitiendo el uso de diferentes Líneas de Acción que podrán ser confrontadas para elegir la más adecuada y posteriormente transmitirla al resto de nodos. A las Líneas de Acción se le pueden añadir Fases y a estas Subfases y se pueden vincular a cualquiera de ellas objetos tácticos, organizaciones operativas y matrices de fuegos. También es posible tener al mismo tiempo las unidades planeadas y reales, lo que permite conducir la operación en caso de salirse de lo planeado. El BMS da la opción de generar itinerarios, es decir, rutas que deben seguir las unidades, y se puede asignar velocidades medias y máximas, así como franjas horarias de uso prohibido. En función de esas velocidades el sistema calcula la hora prevista de paso por los puntos del itinerario. Estos

itinerarios pueden ser usados para generar marchas, movimiento de unidades para trasladarse de un punto a otro de la zona de combate, y se puede marcar las columnas de marcha, su longitud, la velocidad general, la duración de la jornada y la unidad ejecutante.

- Administración del sistema: consiste en la creación del Fichero de Misión para realizar la configuración inicial del sistema. También permite la el control de usuarios, la gestión de cartografía, la configuración de los relojes y de las copias de seguridad.
- Sistema de Información Geográfica: permite la visualización georreferenciada en un mapa de la información disponible en el sistema. Con la función de análisis del terreno apoya en la Integración Terreno Enemigo y en el Planeamiento de Rutas. El análisis del terreno así mismo posibilita ver el alcance de fuego los medios, calcular los perfiles del terreno y realizar operaciones sobre ellos como el cálculo de distancias, disponer de las curvas de nivel del terreno, analizar las zonas vistas y ocultas marcando el punto de observación, medir distancias, rotar el mapa, generar un mapa de pendientes, centrar el mapa en cualquier posición y realizar un análisis 3D. Para la mayoría de acciones se requiere un conjunto cartográfico.
- Situación táctica: otorga la capacidad para conducir una operación a través del Seguimiento de Fuerzas, tanto del tipo Fuerzas Propias como de tipo Otras Fuerzas, así como el establecer la Organización Operativa de nuestras fuerzas y visualizar la del resto de fuerzas. Permite añadir sobre el mapa unidades con su entidad, hostilidad y localización. El BMS ofrece la gestión de elementos de coordinación mediante líneas tácticas, así como de los obstáculos e instalaciones. Pueden ser definidas las dimensiones y materiales de construcción de las instalaciones y obstáculos. En el caso de tratarse de instalaciones puentes se pueden marcar sus códigos de uso y para obstáculos tipo campo de minas se puede definir su función, poder de parada, patrón, fecha programada de destrucción y profundidad. Para facilitar la visión del mapa dependiendo de su escala se verán unos u otros niveles jerárquicos para no sobrecargarlo.
- Mensajería: capacidad de comunicaciones tanto dentro como fuera del sistema mediante mensajes, internamente se ofrece la posibilidad de anexar ficheros pero se debe tener en cuenta que su tamaño está limitado por el ancho de banda de la transmisión de datos. Permite solicitar apoyos de fuego. Este servicio permite visualizar todos los mensajes enviados, recibidos y los borradores. Permite contactar con un nodo concreto y ofrece la opción de acuse de recibo para cerciorarse de que los destinatarios han recibido el mensaje.
- Gestión de documentos: apoyo en la preparación y edición de la documentación e informes necesarios durante una misión.
- Apoyo de Fuegos: ayuda en la planificación, elaboración y distribución de listas de objetivos, y en la ejecución de las solicitudes de fuego tanto de Fuegos Previstos como de Imprevistos. Se basa en la visualización de los objetivos y su estado, la posibilidad de atender solicitudes prioritarias o de anulación. Si se marca una unidad sobre la cual hacer una acción de fuego, su localización variará como lo haga la unidad. Sobre el mapa se simbolizan las solicitudes realizadas y se actualiza la simbología una vez los objetivos han sido batidos por el fuego.
- Apoyo logístico: gestionar solicitudes de abastecimiento, mantenimiento, asistencia sanitaria y transporte.
- Alarmas: permite transmitir en prioridad máxima hechos tácticos acaecidos u observados en el campo de batalla, están predefinidas antes de la operación. Estas son: Fuego hostil, Fuego artillería/morteros, Bajas propias, Ataque IED (*Improvised Explosive Device*)/Mina, Ataque francotirador, Ataque aéreo, Ataque helicópteros, Incidente Nuclear, Incidente Biológico, Incidente Químico, Accidente, Alto el fuego, y 4 configurables. El BMS genera una señal acústica al recibir una alarma que se emite por la interfonía y serán georreferenciadas en la localización de la unidad generadora.
- Avisos: informa de los problemas técnicos que puedan aparecer en las plataformas y que puedan tener efectos únicamente locales o afectar a la conducción de la operación.

- Navegación: proporciona el posicionamiento de la plataforma, para ello se pueden seleccionar los diversos GPS (*Global Positioning System*). En el caso de la PR4G, el GPS va integrado. Además permite la selección o creación de una ruta y su seguimiento mediante la creación de diversos puntos en el mapa.
- Control de tiempos: el BMS ofrece cinco relojes. Hora local, hora común de la operación, tiempo transcurrido desde el inicio de la operación, cuenta atrás configurable y cronómetro.
- Análisis de la operación: da la posibilidad de reconstruir la operación y de volver a representarla para realizar un juicio crítico.
- Integración con la plataforma: en el caso de contar con VETRONICA el BMS permite interactuar con los subsistemas del vehículo.
- Gestión de distribución de la información: define la forma en que la información es distribuida por todo el despliegue, y mediante diferentes interfaces de interoperabilidad permite trabajar junto a otros sistemas nacionales o unidades internacionales.
- Gestión de comunicaciones: ofrece la capacidad de controlar y supervisar las radios y optimizar la gestión y la transmisión de las comunicaciones.

La VETRONICA muestra información de navegación, como la posición y el rumbo; del vehículo, como el combustible, las horas motor, los km recorridos o avisos del vehículo; ver datos de torre, como el disparo actual o el último disparo efectuado; y de la munición, el tipo, cantidad o umbral de aviso de falta de existencias.

El sistema contempla una serie de procedimientos especiales como son el borrado de emergencia y la sucesión de mando. El primero permite eliminar toda la información de la aplicación para que no caiga en manos de personal no autorizado, y el segundo contempla la sustitución de un nodo caído mediante la promoción de otro existente que asumirá el rol del anterior.

4.3. El BMS en el VCI

Esta aplicación ha sido diseñada para trabajar en plataformas que monten el sistema operativo Windows XP, por lo tanto cualquier dispositivo con este sistema operativo puede ejecutarla y emplearla. Basándonos en lo anterior en el VCI se ha optado por emplear tabletas táctiles “rugerizadas” posicionadas en un espacio poco cómodo e intuitivo como es la cuna del arma principal, un hueco necesario para desmontar la cámara de armas y que se encuentra entre el jefe de vehículo y el tirador.

Desgraciadamente este vehículo no cuenta con VETRONICA lo cual, como se ha comentado, hubiese proporcionado gran cantidad de información al jefe de vehículo y le facilitaría inmensamente su trabajo. Cuando se diseñó la Fase 2 no se valoró la posibilidad de introducirla, lo cual hubiese conllevado realizar modificaciones importantes de electrónica y ajustar aún más el poco espacio disponible en la torre.

El BMS ET es usado en los VCI con las PR4G V3 en modo IPMUX, y aunque no todos los vehículos dispongan de las tabletas, mediante el GPS de la radio aparecen todos reflejados en los nodos BMS. La tableta dispone del resto de funcionalidades del sistema BMS menos de la citada VETRONICA y con las limitaciones de necesitar una fuente de alimentación para las tabletas y el mal posicionamiento de estas, este último punto dificulta su uso durante el movimiento del vehículo.

Por último, cabe mencionar una limitación impuesta por la configuración del sistema con las V3, dado que requieren nombrar una directora secundaria: es necesario generar en el BMS una orgánica falsa para no perder el enlace con algunos nodos que se encuentren lejos de la directora principal, pues si no de otro modo enlazarían con la secundaria y se saldrían de la malla.

4.4. Limitaciones del BMS ET

La principal limitación es su diseño para trabajar con un software obsoleto que hace años perdió soporte por parte de Microsoft como es el sistema operativo Windows XP (el soporte oficial acabó el 8 de abril de 2014), aunque eso no implica que el sistema funcione mal con este software. El funcionamiento es bueno

pues la mayoría de equipos del ET están diseñados para trabajar con este sistema operativo, presentando por supuesto los problemas de seguridad informática inherentes del uso de un software anticuado.

Se debe comentar que el tiempo de refresco de la información es algo lento, pues tarda unos 5/7 segundos, si bien es posible configurarlo para que la transmisión sea más constante pero generaría un colapso de la red y se perdería la voz. Además, en zonas boscosas los GPS pierden señal dando errores al sistema (esto es más bien un problema de las radios). El conjunto empieza a fallar cuando se superan los 32 nodos sino se realiza una malla jerarquizada. En una prueba de campo real, con este tipo de configuración se ha podido conectar más de un centenar de vehículos y al mismo tiempo enlazar con Valencia desde Madrid.

El sistema presenta problemas para trabajar en unidades ligeras por un tema de baterías de los dispositivos, así mismo a nivel administrador es complicado de gestionar, aunque por contrapartida es bastante intuitivo a nivel usuario.

Respecto a la interoperabilidad con otros medios C2, esta es bastante limitada, necesitando pasarelas externas a través de un producto llamado COE (*Common Operating Environment*) para poder enlazar con el SIMACET y con el sistema usado por la artillería para batir objetivos (sistema TALOS), así como para poder contactar con el Ejército del Aire y la Armada. A nivel internacional estos sistemas no están del todo estandarizados aunque se están generalizando, pero las PR4G no enlazan con las radios de otros países no europeos.

4.5. Otros BMS

Como se ha comentado en los apartados 3.2 y 3.3 son muchos los sistemas que han apareciendo en los últimos años y que actualmente están siendo desarrollados. Todos tienen muchos puntos en común con el del ET, como pueden ser la visualización de las unidades tanto amigas como enemigas, el marcar objetos tácticos y medidas de coordinación, facilitar la navegación y la representación del terreno. A continuación se describen mínimamente algunos de estos otros sistemas BMS.

4.5.1. BMS JASMINE

Es un sistema polaco desarrollado por TELDAT y que lleva en uso con éxito desde 2008. Tiene unas funcionalidades muy similares al BMS ET. Destaca por su modularidad, su sencillez, enlazar automáticamente con escalones superiores y con unidades a pie, y por usar como BFT el *NATO Friendly Force Information* (NFFI). Por el contrario, el BMS ET necesita una interfaz para su uso. También presenta como ventaja el funcionamiento con aeronaves.

En la Figura 4.6 se muestra cómo es la información de la VETRONICA que muestra este sistema conectado e instalado en un vehículo. Se puede ver que gestiona mucha información de todos los sistemas que presenta. [24]



Figura 4.6 VETRONICA del BMS JASMINE
FUENTE: Pliego informativo de la empresa TELDAT

4.5.2. 9Land BMS

Aplicación desarrollada por la rama militar de Saab, que se caracteriza por contar con tres niveles completamente interoperables y en los cuales el superior incluye todas las funcionalidades del anterior. El nivel más bajo está diseñado para las unidades de a pie y consiste básicamente en un BFT y un navegador con posibilidades de mensajería. El siguiente escalón está orientado a los vehículos y es similar a la VETRONICA. Por último, el más complejo de ellos (Red de Mando) se enfoca en el planeamiento y conducción de operaciones e integra ayudas para ello, como gestión de comunicaciones o del apoyo logístico.

La Figura 4.7 muestra la comparativa de todas las capacidades que presentan cada nivel de diseño del sistema, como se ha explicado anteriormente cada nivel incluye las funciones del anterior y añade nuevas.

Es un sistema que Saab permite personalizar por el usuario final e incluso la empresa ofrece diversas configuraciones para adaptarse mejor a las necesidades de cada situación. Otro aspecto interesante es el filtrado de información que emplea según los medios de comunicaciones que emplee el nodo para no colapsarlos, además que se pierda un nodo no implica perder funcionalidades. [30]

	TRACKER	INTEGRATOR	NET COMMANDER
BLUE FORCE TRACKING	*	*	*
TACTICAL REPORTING	*	*	*
MESSAGING, SMS, CHAT	*	*	*
TACTICAL NAVIGATION	*	*	*
ROUTE MANAGEMENT		*	*
FIRE SUPPORT		*	*
ORDER MANAGEMENT	*	*	*
DECISION SUPPORT		*	*
PLANNING SUPPORT AND MISSION MANAGEMENT			*
LOGISTICS SUPPORT		*	*
INTEROPERABILITY, NFFI	*	*	*
INTEROPERABILITY, MIP BLOCK 2 AND BLOCK 3			*
COMMON OPERATIONAL PICTURE	*	*	*
ENHANCED COMMON OPERATIONAL PICTURE (3D VIEW)			*
EVALUATION SUPPORT			*
CBRN SUPPORT FRAMEWORK	*	*	*
ALARMS AND ALERTS	*	*	*
CONFIGURABLE MISSION BASELINE PACKAGES	*	*	*
MULTI-ROLE FUNCTIONALITY	*	*	*
NETWORK MANAGEMENT			*
SENSOR INTEGRATION	*	*	*
REMOTE SENSOR MANAGEMENT		*	*
WEAPON INTEGRATION		*	*
INTEGRATION OF VEHICLES INFORMATION SYSTEM		*	*
INTEGRATION OF VIDEO DISTRIBUTION SYSTEM		*	*

Figura 4.7 Comparación de capacidades de los tres niveles del sistema
FUENTE: Pliego informativo empresa Saab

4.5.3.ComBat

Desarrollado por la empresa noruega Kongsberg en colaboración con las FAS de ese país, ComBat es un sistema que ha ido evolucionando desde sus inicios en 2002. Permite el flujo de información desde nivel división a nivel pelotón.

Es un sistema muy parecido al BMS ET en lo que a funcionalidades se refiere, pues permite el planeamiento de operaciones, gestión de inteligencia e información de la situación. Para este último punto incluye la representación de simbología OTAN usando el mismo protocolo de representación que el BMS ET (el ya anticuado APP6A, teniendo en cuenta que actualmente está en uso la versión APP6D).

La Figura 4.8 muestra un Puesto de Mando donde todos sus equipos disponen de BMS.

Como puntos a destacar cabe mencionar que integra por completo los apoyos de fuego indirecto incluyendo incluso un calculador balístico y propone posibles asentamientos buscando la máxima supervivencia de las piezas. [46]



Figura 4.8 Puesto de mando con el ComBat
FUENTE: Pliego informativo de la empresa Kongsberg

4.5.4. Bull BMS

Sistema de la empresa francesa Atos y que constituye el pilar del SCORPION empleado por sus FAS. Sigue la estructura del 9Land, haciendo distinción entre usuarios finales en los mismos tres niveles, cuarteles generales, vehículos o personal a pie. La Figura 4.9 muestra el empleo de este sistema mediante una tableta táctil por parte de unidades ligeras.

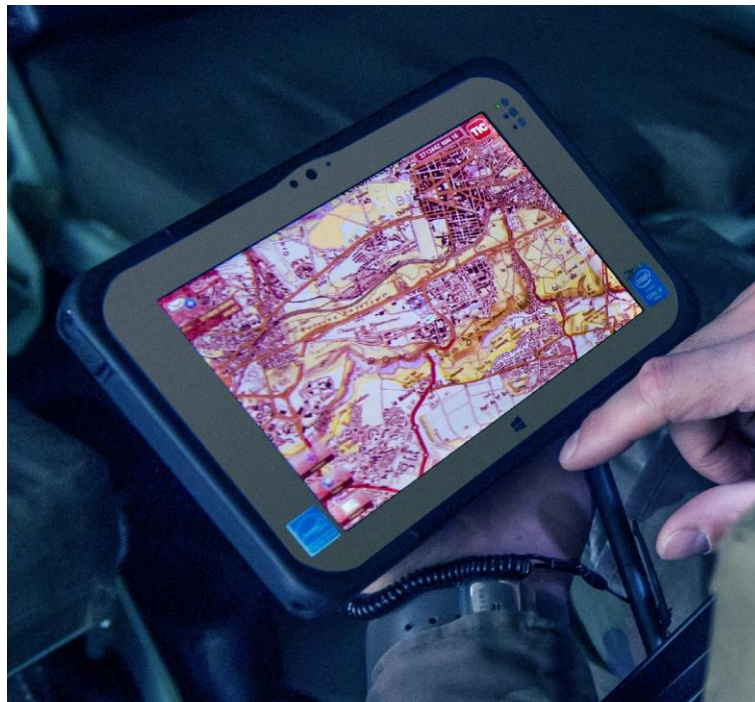


Figura 4.9 Bull BMS funcionando en un dispositivo ligero
FUENTE: Pliego informativo de la empresa Atos

Las principales ventajas presentes en este sistema son la integración con las plataformas de combate aéreo y su intuitiva interfaz que facilita su gestión en situaciones de estrés del combate. Además es un sistema que recoge y muestra toda la información disponible de los sensores vehiculares y de los medios que porten las tropas a pie. [29]

4.6. Análisis DAFO

A continuación se va a utilizar una herramienta analítica llamada DAFO (acrónimo formado por las iniciales de Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades). Esta técnica recoge y establece las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de una organización, proyecto, persona o producto. Consiste en un análisis presentado en forma de matriz cuadrada que recoge las características internas (Debilidades y Fortalezas) y la situación externa (Amenazas y Oportunidades). [46][47]

Es un análisis clave para la toma de decisiones y definir futuras estrategias, en este caso sirve para ver los puntos buenos en el BMS ET y que aspectos debe mejorar para seguir siendo un sistema pionero y avanzado. El análisis de forma esquemática se realiza en la Tabla 4.1 y su desarrollo se encuentra a continuación.

ANÁLISIS DAFO	Aspectos negativos	Aspectos positivos
ORIGEN INTERNO	DEBILIDADES: <ul style="list-style-type: none"> • Diseñado para trabajar sólo en Windows XP • Necesidad de usar una interfaz para enlazar con SIMACET y TALOS • Falta de integración con el resto de Ejércitos de las FAS. • Presenta cierta complejidad para el administrador. • Uso de un sistema de simbología OTAN obsoleto. 	FORTALEZAS: <ul style="list-style-type: none"> • Intuitivo para el usuario. • Ayuda imprescindible para la conducción de operaciones. • Facilita el planeamiento de operaciones. • Proporciona seguridad a las Fuerzas Propias. • Uno de los sistemas más avanzados del mercado. • Capacidad para analizar y estudiar el terreno. • Reduce el uso de las comunicaciones vía radio.
ORIGEN EXTERNO	AMENAZAS: <ul style="list-style-type: none"> • Bajo ancho de banda. • Zonas ciegas del sistema al perder cobertura GPS. • La falta de presupuesto en las FAS condiciona su evolución y desarrollo. 	OPORTUNIDADES: <ul style="list-style-type: none"> • Dotar de terminales a las unidades ligeras. • Posibilidad de mejorar el BFT. • Integración con aeronaves o embarcaciones. • Acreditación de seguridad. • Recolocar el dispositivo dentro del VCI e implementar la VETRONICA.

Tabla 4.1 Análisis DAFO del BMS ET

4.6.1. Explicación de los resultados

DEBILIDADES:

- El diseño para Windows XP se debe a que cuando se inició el desarrollo del BMS casi todos los terminales informáticos del ET usaban ese sistema operativo (a día de hoy aún son muchos los equipos del ET que lo siguen usando) lo que genera un problema de seguridad en la información. Actualmente se está trabajando para su uso en Windows 10.
- Es necesario usar la interfaz COE ya que el lenguaje usado por el BMS (PIT) es exclusivo. Esto está previsto que se solucione con las nuevas versiones de los sistemas SIMACET y TALOS pues integrarán, al igual que el BMS, un lenguaje conocido como IDT (Interfaz de Datos Táctica).
- El resto de los Ejércitos (Armada y Ejército del Aire) no están integrados en el BMS.
- Generar los ficheros de configuración (Fichero Misión) y el resto de parámetros para el funcionamiento correcto del sistema requiere tiempo por parte de los administradores.

- Como se ha comentado, este sistema usa simbología estandarizada, pero la publicación empleada del APP6 es la versión A y actualmente está implantada la versión D. Se trata por lo tanto de una simbología sin actualizar.

FORTALEZAS:

- El BMS es sencillo de usar, lo que reduce los tiempos de adiestramiento, y al mismo tiempo presenta una intuitiva interfaz.
- La conducción de operaciones se ve favorecida en reducir el tiempo de toma de decisiones y aceleración el ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir, Actuar).
- En el apartado 4.2.3 han sido comentadas todas aquellas funcionalidades que facilitan el planeamiento de no únicamente operaciones.
- La seguridad es proporcionada evitando los accidentes entre vehículos y las bajas por fuego amigo gracias al BFT.
- Según Indra y Thales es uno de los sistemas más avanzados en la actualidad y una referencia para el resto. [49][50]
- El BMS presenta herramientas que permiten trabajar con el terreno (apartado 4.2.3) y extraer mucha información útil para el desarrollo de las operaciones.
- Los enlaces vía radio se ven reducidos gracias a la representación directa en el BMS de objetos tácticos y alarmas, y del uso de mensajería.

AMENAZAS:

- Las actuales radios presentan un limitado ancho de banda que no permite transmitir imágenes ni archivos pesados dado a la baja velocidad de transmisión de datos de los medios de comunicación VHF y HF¹¹ (*High Frequency*). Con las nuevas radios por software esta situación puede mejorar.
- El BFT deja de trabajar, no muestra las unidades actualizadas, si la cobertura del GPS es débil en algún punto como en las zonas boscosas por ejemplo.
- Los problemas presupuestarios no son un problema exclusivo del BMS, pero son un factor que limitan su evolución y la implementación de nuevas mejoras. Son muchas las personas que piden más funcionalidades, pero según el Brigada Trujillo, Indra dice que con el dinero actual no se puede desarrollar todo lo que se pide.

OPORTUNIDADES:

- Como en otros ejércitos, el ET tiene la posibilidad de implantar en las unidades ligeras el BMS. [51]
- El único impedimento es el encontrar un dispositivo apto para ellas tanto por autonomía como por resistencia.
- Existen en el mercado aplicaciones que presentan muchas ventajas al uso BFT (usar los GPS de las radios para hacer un seguimiento de las unidades), un ejemplo es el sistema israelí BlueDome. Este sistema como se comentó en el apartado 3.3 funciona a través de unos sensores que intercambian un código de identificación entre ellos, esto permite la identificación inmediata de las unidades por parte de los dispositivos que lleven sensores, como son los soldados en su equipo, o las aeronaves y vehículos. Esto no requiere de un GPS y es mucho más rápido. [31]
- El BMS ET es exclusivo (como indica su nombre del ET) y esto no permite la integración de aeronaves y embarcaciones, lo cual sería óptimo para mejorar las capacidades conjuntas de las FAS.

¹¹ La PR4G V3 en IPMUX transmite datos a 4.8 kbps mientras un dispositivo móvil al consumir todos sus datos trabaja a 128.

- Para trabajar con el SIMACET el BMS necesita una acreditación de seguridad que a día de hoy no tiene. Otra opción es copiar el modelo de Saab o Atos para que el BMS sustituya a los otros sistemas C2 de escalón superior a Batallón.
- Como se ha comentado, el sitio actual de la tableta no es nada intuitivo para el jefe de vehículo y requiere una recolocación para facilitar su uso. Por otro lado, hay posibilidad de conectarlo a su CANBUS¹² para obtener una VETRONICA básica que proporcione datos del vehículo como son el nivel de combustible y estado de los sistemas del vehículo.

¹² Forma de conexión electrónica usada en los automóviles para conectar todos los sistemas mediante un único cable.

5. Conclusiones

Los sistemas BMS son el futuro, el futuro de unas FAS que cada vez necesitan estar más conectadas y que debido a los complejos escenarios que se presentan en combate requieren de una gran cantidad de medios y tecnología. Estos sistemas suponen un progreso muy importante en lo que a C2 respecta, otorgando mayor velocidad, superioridad y seguridad a la operaciones, y facilitando ir siempre un paso por delante del rival.

En vista de los datos presentados en el apartado 4.6 se puede ver cómo pese a ser un sistema que empezó a desarrollarse hace ya más de quince años aún le queda mucho en lo que mejorar. El actual sistema debió ser entregado en 2012 pero se ha demorado hasta 2017 para corregir ciertas deficiencias detectadas. Aun así, la versión definitiva se sigue mejorando.

En este trabajo se han mostrado una serie de puntos que deben ser mejorados. Cabe destacar que el proceso de actualización mencionado ya contempla estas correcciones y la mayoría están siendo tratadas. Por otro lado cabe destacar también que la mayor parte de problemas que genera el sistema no son por el mismo, sino por la falta de capacidades que tienen los medios de comunicaciones militares. Estos medios se han quedado anticuados e incluso se han quedado atrás comparados con el mundo civil cuando hace no muchos años era al revés.

Se prevé que mediante el uso de las nuevas radios de software o el enlace de los nodos mediante WiFi se puedan suplir parcialmente las limitaciones que generan las actuales radios en cuanto a transmisión de datos se refiere. Como siempre todas estas evoluciones y posibles mejoras se verán condicionadas por las partidas destinadas a las FAS. Hay que tener en cuenta que no debe evolucionar solo el BMS, como se ha comentado anteriormente, tanto el SIMACET y el TALOS necesitan con mayor urgencia las actualizaciones para poder compatibilizarlos al completo.

El sistema español debería coger como referencia algunas de las tecnologías presentes en otros sistemas, dado que son mejores en algunos aspectos. Sin embargo, conviene destacar que los otros sistemas aún tienen que progresar bastante y deberían (y de hecho lo hacen) basarse en las funcionalidades que ofrece el BMS ET. En general todos estos sistemas deben corregir el problema común de la transmisión de datos y la interoperabilidad entre ellos. Afortunadamente, la mayoría incluye protocolos OTAN (sobre todo a través del NFFI) lo que puede facilitar la interoperabilidad.

Finalmente, el VCI Pizarro no fue diseñado para trabajar con el BMS y eso se nota en su interior, pues el espacio disponible para colocar el terminal es muy limitado y eso conlleva replantear la poco intuitiva posición actual. En el caso de otros medios, como los vehículos de ruedas en general, la posición es más correcta para el buen uso del sistema por parte del jefe de vehículo. Presumiblemente los nuevos vehículos que están por llegar, como el 8x8 y los vehículos de reconocimiento, integrarán el sistema BMS y dispondrán así de VETRONICA.

El BMS ET es un sistema tan complejo que no ha sido posible adentrarse en su explicación en mayor profundidad. Es importante remarcar la gran dificultad que ha supuesto lograr información de calidad de los otros sistemas BMS disponibles en el mercado y que actualmente están siendo desarrollados o bien empleados por otras FAS. Aun así, se ha intentado explicar el sistema BMS ET de una forma clara y sencilla, tratando también los medios del VCI con una relativa profundidad.

6. Bibliografía

[1]"OTAN-LETONIA - EMAD", *Emad.mde.es*. Disponible en línea en: <http://www.emad.mde.es/MOPS/OTAN-LETONIA/>. (Consultado el 30- Sep- 2018).

[2] "El sistema BMS del Ejército despierta interés entre las fuerzas aliadas en Letonia - Noticias Infodefensa España", *Infodefensa.com*, 2017. Disponible en línea en: <http://www.infodefensa.com/es/2017/12/20/noticia-sistema-ejercito-despierta-interes-entre-fuerzas-aliadas-letonia.html>. (Consultado el 10- Oct- 2018).

[3]"La transformación digital aumenta las capacidades de las fuerzas armadas españolas - Opinión Infodefensa España", *Infodefensa.com*, 2018. Disponible en línea en: <http://www.infodefensa.com/es/2018/01/11/opinion-transformacion-digital-aumenta-capacidades-operativas-fuerzas-armadas-espanolas.php>. (Consultado el 09- Oct- 2018).

[4]J. Borque, "BMS Lince, el cerebro tecnológico oculto de los Leopard 2E desplegados en Letonia", *Libertad Digital*, 2017. Disponible en línea en: <https://www.libertaddigital.com/espana/2017-09-17/bms-lince-el-cerebro-tecnologico-oculto-de-los-leopardo-2e-desplegados-en-letonia-1276605976/>. (Consultado el 13- Oct- 2018).

[5]"Indra y Thales logran un contrato del Ejército de 6 millones para los tanques - elEconomista.es", *Eleconomista.es*, 2016. Disponible en línea en: <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/7598723/05/16/Indra-y-Thales-logran-un-contrato-del-Ejercito-de-6-millones-para-los-tanques.html>. (Consultado el 17- Oct- 2018).

[6]"Command, Control, Communications, Computers and Intelligence (C4I) Systems and Capability Set 13", *Association of the United States Army*, 2012. Disponible en línea en: <https://www.ausa.org/articles/command-control-communications>. (Consultado el 29- Oct- 2018).

[7]"American BMS - System based on the Polish Fonet Technology", *Defence24.com*, 2016. Disponible en línea en: <https://www.defence24.com/amp/american-bms-system-based-on-the-polish-fonet-technology>. (Consultado el 05- Oct- 2018).

[8]"Polish MoD: Bridge Solution Possible in the Rosomak BMS Programme", *Defence24.com*, 2017. Disponible en línea en: <https://www.defence24.com/polish-mod-bridge-solution-possible-in-the-rosomak-bms-programme>. (Consultado el 15- Oct- 2018).

[9]"C4 Systems to Provide Integrated C&C for the UK Army's Digitization Program", *Military Aerospace*, 2002. Disponible en línea en: <https://www.militaryaerospace.com/articles/2002/11/c4-systems-to-provide-integrated-cc-for-the-uk-armys-digitization-program.html>. (Consultado el 10- Oct- 2018).

[10]"GeneralDynamics C4 Systems to Provide Integrated Command and Control Capability for theU.K. Army's Digitization Program", *General Dynamics*, 2002. Disponible en línea en: <https://www.gd.com/news/press-releases/2002/11/general-dynamics-c4-systems-provide-integrated-command-and-control>. (Consultado el 29- Sep- 2018).

[11]"Battlefield Management System Development Program to Shut Down | NewsClick", *NewsClick*, 2018. Disponible en línea en: <https://www.newsclick.in/battlefield-management-system-development-program-shut-down>. (Consultado el 19- Oct- 2018).

[12]"Thales Wins Contract to Provide Canadian Army with Battlefield Management System", *Defense-aerospace.com*, 2009. Disponible en línea en: [http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/103349/gd,-thales-win-c\\$526m-canadian-army-battlefield-management-contracts.html](http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/103349/gd,-thales-win-c$526m-canadian-army-battlefield-management-contracts.html). (Consultado el 14- Sep- 2018).

[13]"Thales Canada Provides New Technology to Canadian Army", *Vanguard Magazine*, 2018. Disponible en línea en: <https://vanguardcanada.com/2018/02/07/thales-canada-provides-new-technology-to-canadian-army/>. (Consultado el 01- Oct- 2018).

- [14]"Eurosatory 2016: Bull presents SICS BMS for the French Army Scorpion programme | Eurosatory 2016 Official News Online Web TV Television Defense Security Exhibition Paris France | Defence security military exhibition 2016 daily news category", *Armyrecognition.com*, 2016. Disponible en línea en: https://www.armyrecognition.com/eurosatory_2016_official_news_online_web_tv_television_defense_security_exhibition_paris_france/eurosatory_2016_bull_presents_sics_bms_for_the_french_army_scorpion_programme.html. (Consultado el 07- Oct- 2018).
- [15]"Atos launches its digital battle management solution at the Eurosatory International Defence and Security Trade Show - Atos", *Atos*, 2016. Disponible en línea en: https://atos.net/en/2016/press-release_2016_06_14/atos-launches-digital-battle-management-solution-eurosatory-international-defence-security-trade-show. (Consultado el 04- Oct- 2018).
- [16]"French Army targets advanced battle management system", *Defence IQ*, 2018. Disponible en línea en: <https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/articles/french-army-targets-advanced-battle-management>. (Consultado el 07- Oct- 2018).
- [17]"BMS to exploit HNA connectivity - Australian Defence Magazine", *Australiandefence.com.au*, 2008. Disponible en línea en: <http://www.australiandefence.com.au/D46D7BA0-F806-11DD-8DFE0050568C22C9>. (Consultado el 16- Oct- 2018).
- [18]"Avoiding Mistaken Identity - Asian Military Review", *Asian Military Review*, 2017 Disponible en línea en: <https://asianmilitaryreview.com/2017/08/avoiding-mistaken-identity-bms/>. (Consultado el 19- Oct- 2018).
- [19]"Battlefield Management Systems Market - Global Industry Analysis, Size and Forecast, 2014 to 2020", *Futuremarketinsights.com*. Disponible en línea en: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/battlefield-management-systems-market>. (Consultado el 17- Oct- 2018).
- [20]"Battle Management System Market Size | BMS Industry Report, 2022", *Grandviewresearch.com*. Disponible en línea en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/battle-management-system-market>. (Consultado el 17- Oct- 2018).
- [21]"Global Battlefield Management Systems Market Size, Status and Forecast 2025–WiseGuyReports", *WiseGuyReports.com*, 2018. Disponible en línea en: <https://www.wiseguyreports.com/reports/3267537-global-battlefield-management-systems-market-size-status-and-forecast-2025>. (Consultado el 17- Oct- 2018).
- [22]J. Díez, "Gran Recesión", *EL PAÍS*, 2018. Disponible en línea en: https://elpais.com/economia/2018/09/14/actualidad/1536957831_710089.html. (Consultado el 10- Dec- 2018).
- [23]*WinBMS: Weapon-Integrated Battle Management System for enhanced force effectiveness*. Elbit Systems Land and C4I Ltd. Documento PDF disponible en <http://elbitsystems.com/media/winbms.pdf>.
- [24]*BMS Jasmine: Battlefield or e.g. crisis actions management system at tactical or lower echelon*. Teldat Sp. Documento PDF disponible en https://www.teldat.com.pl/bms/Konsorcjum_BMS_eng_ulotka.pdf.
- [25]"Battle Management Systems | Leonardo DRS", *Leonardodrs.com*. Disponible en línea en: <http://www.leonardodrs.com/products-and-services/battle-management-systems/>. [Accessed: 10- Oct- 2018].
- [26]"Tactical Battlefield Management Systems: T-BMS, Comm@nder | Thales Group", *Thalesgroup.com*. Disponible en línea en: <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/defence/tactical-battlefield-management-systems-t-bms-commnder>. (Consultado el 15- Oct- 2018).

[27] *Battlefield management system: Defense and security in five continents*. Indra sistemas SA. Documento PDF disponible en https://www.indracompany.com/sites/default/files/battlefield_management_system_0.pdf.

[28] "Army Guide", *Army-guide.com*. Disponible en línea en: <http://www.army-guide.com/eng/product5059.html>. (Consultado el 30- Sep- 2018).

[29] *Bull Battle Management System*. Atos SE. Documento PDF disponible en <https://atos.net/wp-content/uploads/2016/07/bull-battle-management-systems-brochure.pdf>.

[30] *9Land BMS*. Saab Group. Documento PDF disponible en https://saab.com/globalassets/commercial/land/c4i/tactical-c2-systems/9land-c2/9landbms_final_webb.pdf.

[31] "IAI INTRODUCES BLUEDOME™- TACTICAL IDENTIFICATION OF DISMOUNTED BLUE FORCES", *iai.co.il*, 2015. Disponible en línea en: <http://www.iai.co.il/2013/36861-46500-en/MediaRoom.aspx>. (Consultado el 28- Oct- 2018).

[32] "Cobham Defence Communications - Army Technology", *Army Technology*. Disponible en línea en: https://www.army-technology.com/contractors/data_management/chelton/. (Consultado el 17- Sep- 2018).

[33] "Battle Management Systems - UTI Grup", *UTI Grup*. Disponible en línea en: <http://www.uti.eu.com/business-lines/security-systems/defense/battle-management-systems/>. (Consultado el 17- Sep- 2018).

[34] "Integrated Battlefield Management", *Harris*. Disponible en línea en: <https://www.harris.com/what-we-do/integrated-battlefield-management>. (Consultado el 05- Oct- 2018).

[35] Presentación PowerPoint del VCI Pizarro. Asignatura de la ACINF de vehículos.

[36] *Vehicle Intercom Systems (VIS) ROVIS (AN/VIC-3)*. Cobham Antenna Systems. Documento PDF disponible en <https://www.cobham.com/communications-and-connectivity/aerospace-connectivity/tactical-communications/vehicle-intercom-systems/rovis-vehicle-intercom-system/rovis-brochure/docview/>.

[37] Presentación PowerPoint de PR4G. Asignatura de la ACINF de transmisiones.

[38] REVISTA DEL EJÉRCITO DE TIERRA ESPAÑOL NÚMERO 928 JULIO/AGOSTO 2018 - AÑO LXXIX. Pag. 50-58. Artículo: "BMS - LINCE. NUEVA PIEL DE MANDO Y CONTROL EN EL «LEOPARDO» 2E". Raúl Serrano Trujillo (Brigada. Rama de Electrónica)

[39] Presentación PowerPoint del curso de administrador de BMS impartido por el ET.

[39] *Manual de Planificación, Parametrización y Administración del sistema BMS-LINCE*. Indra Sistemas SA. Documento PDF.

[40] Apuntes de BMS-LINCE de la ACINF. Asignatura de la ACINF de transmisiones.

[41] "El Ejército de Tierra ultima la entrada en servicio del nuevo sistema BMS-Lince - Noticias Infodefensa España", *Infodefensa.com*, 2016. Disponible en línea en: <http://www.infodefensa.com/es/2016/12/26/noticia-ejercito-tierra-ultima-entrada-servicio-nuevo-sistema-bmslince.html>. (Consultado el 05- Oct- 2018).

[42] "Ejército de tierra - El BMS se extiende entre los batallones de carros", *Ejercito.mde.es*, 2016. Disponible en línea en: http://www.ejercito.mde.es/noticias/2016/12/5693_bms_en_batallones_de_carros.html. (Consultado el 30- Sep- 2018).

[43] "Thales e Indra tendrán lista la primera versión del BMS-ET en marzo de 2018 - Noticias Infodefensa España", *Infodefensa.com*, 2017. Disponible en línea en:

Bibliografía

<http://www.infodefensa.com/es/2017/09/15/noticia-thales-indra-tendran-lista-primera-version-bmset-marzo.html>. (Consultado el 10- Oct- 2018).

[44]"Actualización del sistema de mando y control para unidades acorazadas LINCE del Ejército - Noticias Defensa España", *Defensa.com*, 2016. Disponible en línea en: <https://www.defensa.com/espana/actualizacion-sistema-mando-control-para-unidades-acorazadas>. (Consultado el 14- Oct- 2018).

[45]"Gran Hermano" llega al Ejército de Tierra", *Estrella Digital*, 2017. Disponible en línea en: <https://www.estrelladigital.es/articulo/espanha/gran-hermano-llega-ejercito-tierra/20170914190225329873.html>. (Consultado el 19- Oct- 2018).

[46]*ComBatt: Command and Control Information Product Suite for Tactical Army Operations*. Kongsberg Defence and Aerospace SA. Documento PDF disponible en <https://www.kongsberg.com/~media/KDS/Files/Products/Army%20C2IS/combatt%20c2is%20for%20web.ashx>.

[47]"DAFO: en qué consiste y cómo se hace un análisis DAFO, FODA o DOFA", *Cerem.es*, 2018. Disponible online en: <https://www.cerem.es/blog/claves-para-hacer-un-buen-dafo-o-foda>. (Consultado: 18- Feb- 2019).

[48]"Análisis FODA o DAFO - El mejor y más completo análisis", *Análisis FODA o DAFO*. Disponible online en: <https://foda-dafo.com/>. (Consultado: 01- Mar- 2019).

[49]"Los blindados españoles desplegados en Letonia operan con el sistema de gestión de combate más avanzado del mercado, un desarrollo conjunto de Indra y Thales | Thales Group", *Thalesgroup.com*, 2017. Disponible en línea en: <https://www.thalesgroup.com/es/espana/press-release/los-blindados-espanoles-desplegados-en-letonia-operan-con-el-sistema-de-gestion>. (Consultado el 28- Sep- 2018).

[50] "España liderará el diseño del sistema de mando y control de la UE - Noticias Infodefensa España", *Infodefensa.com*, 2018. Disponible en línea en: <http://www.infodefensa.com/es/2018/03/07/noticia-espana-liderara-diseno-sistema-mando-control.html>. (Consultado el 15- Sep- 2018).

[51]"Inster suministrará sistemas portátiles de mando y control para unidades en Zonas de Operaciones - Noticias Defensa España", *Defensa.com*, 2017. Disponible en línea en: <https://www.defensa.com/espana/inster-responsable-hardware-mando-control-para-pequenas-unidades>. (Consultado el 30- Oct- 2018).